

JP407014107A

Jan. 17, 1995

L16: 12 of 76

MAGNETIC DISK DEVICE AND RECORDING CURRENT SETTING METHOD

INVENTOR: SHIMIZU, KAZUYUKI  
APPLICANT: TOSHIBA CORP  
APPL NO: JP 05154939  
DATE FILED: Jun. 25, 1993  
INT-CL: G11B5/09; G11B19/02; G11B20/18

ABSTRACT:

PURPOSE: To automatically set the recording currents of a head at the time of writing data to the in respective devices.

CONSTITUTION: Since a disk control part 5 can generate the 1F pattern of a low frequency and the 4F pattern of a high frequency from a pattern generator 17, the 1F pattern is written on places to be measured on a magnetic disk 100 with a head 1 and the 4F pattern is over-written on the places. Thereafter, an over-write modulation is measured by reading-out the places with the head 1, extracting only the 1F pattern with a BPF 7 and by knowing the level via a level holding circuit 9. Subquently in the same way, the disk control part 5 measures cross-talk and resolution by writing the 4F pattern and the 1F pattern on places to be measured and the 1F pattern on adjacent tracks with a prescribed combination and reading-out them. Optimum currents are obtained by performing these measurement while changing recording currents and then data are written on measured places using these recording currents.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヘッドにより磁気ディスクの所定箇所にデータをオーバーライトで書き込んで読み出す磁気ディスク装置において、低周波の第1パターン又は高周波の第2パターンを発生するパターン発生手段と、データのレベルを検出する検出手段と、前記低周波の第1パターン成分のみを通過させる信号抽出手段と、前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディスク上の測定箇所に書き込んだ後、更に前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを同じ測定箇所にオーバーライトで書き込んだ後、この測定箇所のデータを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってオーバーライト・モジュレーションの値を測定するオーバーライト・モジュレーション測定手段とを具備し、このオーバーライト・モジュレーション測定手段によって測定した前記測定箇所のオーバーライト・モジュレーションの値が所定値よりも悪い場合は、前記測定箇所をデータの記録領域から除外することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 ヘッドにより磁気ディスクの所定箇所にデータをオーバーライトで書き込んで読み出す磁気ディスク装置において、低周波の第1パターン又は高周波の第2パターンを発生するパターン発生手段と、データのレベルを検出する検出手段と、前記低周波の第1パターン成分のみを通過させる信号抽出手段と、前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディスク上の測定箇所に書き込んだ後、次に前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記測定箇所の両隣りのトラックに書き込んだ後、この測定箇所のデータを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってクロストークの値を測定するクロストーク測定手段とを具備し、このクロストーク測定手段によって測定した前記測定箇所のクロストークの値が所定値よりも悪い場合は、前記測定箇所をデータの記録領域から除外することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項3】 ヘッドにより磁気ディスクの所定箇所にデータをオーバーライトで書き込んで読み出す磁気ディスク装置において、低周波の第1パターン又は高周波の第2パターンを発生するパターン発生手段と、データのレベルを検出する検出手段と、前記低周波の第1パターン成分のみを通過させる信号抽出手段と、前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディスク上の測定箇所に書き込んだ後、更に前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを同じ測定箇所にオーバーライトで書き込んだ後、この

測定箇所のデータを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってオーバーライト・モジュレーションの値を測定するオーバーライト・モジュレーション測定手段と、前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディスク上の測定箇所に書き込んだ後、次に前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記測定箇所の両隣りのトラックに書き込んだ後、前記測定箇所のデータを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってクロストークの値を測定するクロストーク測定手段とを具備し、前記オーバーライト・モジュレーション測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所についてのオーバーライト・モジュレーションをヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとのオーバーライト・モジュレーション値を得た後、前記クロストーク測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所についてのクロストークをヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとのクロストークの値を得た後、オーバーライト・モジュレーションとクロストークが共に所定レベル以上となるような最適記録電流値を前記各測定箇所毎に求めて、以降この記録電流値によりデータを前記ヘッドにより磁気ディスクの各測定箇所に書き込む制御を行う制御手段とを具備したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項4】 ヘッドにより磁気ディスクの所定箇所にデータをオーバーライトで書き込んで読み出す磁気ディスク装置において、低周波の第1パターン又は高周波の第2パターンを発生するパターン発生手段と、データのレベルを検出する検出手段と、前記低周波の第1パターン成分のみを通過させる信号抽出手段と、前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディスク上の測定箇所に書き込んだ後、更に前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記測定箇所にオーバーライトで書き込んだ後、この測定箇所のデータを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってオーバーライト・モジュレーションの値を測定するオーバーライト・モジュレーション測定手段と、前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディスク上の測定箇所に書き込んだ後、次に前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記測定箇所の両隣りのトラックに書き込んだ後、この測定箇所のデー

タを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってクロストークの値を測定するクロストーク測定手段と、前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記測定箇所へ書き込んだ後、この測定箇所を読み出して得たデータのレベルを前記検出手段により検出し、次に前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記測定箇所へ書き込んだ後、この測定箇所を読み出して得たデータのレベルを前記検出手段により検出し、前記検出手段により検出した第1パターンと第2パターンのレベル比から分解能を測定する分解能測定手段とを具備し、前記オーバーライト・モジュレーション測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所についてのオーバーライト・モジュレーションをヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとのオーバーライト・モジュレーション値を得た後、前記クロストーク測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所についてのクロストークをヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとのクロストークの値を得た後、前記分解能測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所について分解能をヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとの分解能を得た後、オーバーライト・モジュレーションとクロストーク及び分解能が共に所定レベル以上となるような最適記録電流値を前記各測定箇所毎に求めて、以降この記録電流値によりデータを前記ヘッドにより磁気ディスクの各測定箇所に書き込む制御を行う制御手段とを具備したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項5】 前記磁気ディスクの測定箇所を複数含んだ領域を設定し、この領域の最適記録電流値として、この領域に含まれる前記測定箇所の最適記録電流値の中で最もシビアな最適記録電流値を選択して用いることを特徴とする請求項1ないし請求項4記載の磁気ディスク装置。

【請求項6】 ヘッドにより磁気ディスクの所定箇所にデータをオーバーライトで書き込んで読み出す磁気ディスク装置の前記ヘッドの記録電流設定方法であって、前記磁気ディスクの任意の記録箇所のオーバーライト・モジュレーションを測定し、且つ同じ箇所の分解能を測定した後、オーバーライト・モジュレーションと分解能が共に所定レベル以上となるような最適な記録電流値を求め、以降この記録電流値でデータを前記ヘッドにより前記箇所に書き込む制御を行うことを特徴とする記録電流設定方法。

【請求項7】 ヘッドにより磁気ディスクの所定箇所にデータをオーバーライトで書き込んで読み出す磁気ディス

ク装置の前記ヘッドの記録電流設定方法であって、前記磁気ディスクの任意の記録箇所のオーバーライト・モジュレーションを測定し、且つ同じ箇所のクロストークを測定した後、オーバーライト・モジュレーションとクロストークが共に所定レベル以上となるような最適な記録電流値を求め、以降この記録電流値でデータを前記ヘッドにより前記箇所に書き込む制御を行うことを特徴とする記録電流設定方法。

【請求項8】 ヘッドにより磁気ディスクの所定箇所にデータをオーバーライトで書き込んで読み出す磁気ディスク装置の前記ヘッドの記録電流設定方法であって、前記磁気ディスクの任意の記録箇所のオーバーライト・モジュレーションを測定し、且つ同じ箇所のクロストークを測定した後、オーバーライト・モジュレーションとクロストークが共に所定レベル以上となるような最適な記録電流値を求め、以降この記録電流値でデータを前記ヘッドにより前記箇所に書き込む制御を行うことを特徴とする記録電流設定方法

【請求項9】 ヘッドにより磁気ディスクの所定箇所にデータをオーバーライトで書き込んで読み出す磁気ディスク装置の前記ヘッドの記録電流設定方法であって、前記磁気ディスクの任意の記録箇所のオーバーライト・モジュレーションを測定し、且つ同じ箇所の分解能を測定し、且つ同じ箇所のクロストークを測定した後、オーバーライト・モジュレーションと分解能とクロストークが共に所定レベル以上となるような最適な記録電流値を求め、以降この記録電流値でデータを前記ヘッドにより前記箇所に書き込む制御を行うことを特徴とする記録電流設定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気ディスク装置に係わり、特にヘッドでデータを磁気ディスクに書き込む際の記録電流の設定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から磁気ディスク装置では、データは既記録データの上からオーバーライト・モジュレーションで書き込まれるが、適正な大きさのオーバーライト・モジュレーションを実施しなければならないと共に、隣接トラックとのクロストークをできるだけ最小としなければならない。これは、オーバーライト・モジュレーションや隣接トラックとのクロストークが大きいと、データ再生時にさまざまな障害をもたらす。特に不要な信号成分の混入によりS/N（シグナル/ノイズ比）が悪化し、リードエラーが起き易くなるからである。このリードエラーが起き易いと、一旦ライトしたデータがリードできなくなったり、リード動作のリトライによるスループットの低下等、磁気ディスク装置自体の信頼性や性能を低下させる。

【0003】 このオーバーライト・モジュレーションや

5

クロストークは1つの磁気ディスク装置全体において同じように悪い場合もあるが、記録媒体の欠陥や変形並びにサーボライト時のわずかな精度誤差等によって局所的に悪い場合もある。このため、初期時に行う記録媒体（磁気ディスク）のフォーマット時に、上記オーバーライト・モジュレーションやクロストークが悪くなる部分をみつけだし、記録媒体上で非常に悪い部分は不良としてマーキングを行い、以降データの読み書きには使用しないようにすることが行われている。このような記録媒体上の不良箇所のマーキングはフォーマット時のライト／リードテストによって行っていたが、このような方法では、潜在化した微妙な程度の不良箇所を検知することができない場合がある。従って、場合によっては上記ライト／リードテスト通過後にオーバーライト・モジュレーションやクロストークが原因の不良箇所が現れることがある。

【0004】ところで、上記オーバーライト・モジュレーションの大きさやクロストークの大きさはヘッドでデータを書き込む際の記録電流値の大きさに依存しているため、この記録電流値を設定することによって、逆にオーバーライト・モジュレーションやクロストークの大きさが決ってしまう。通常、ヘッド／記録媒体の記録再生特性において、記録電流が過小であると、既存の記録磁化パターンを新しいパターンで完全に磁化し直すことができず、必然的にオーバーライト・モジュレーションは悪化してしまう。しかし、逆に記録電流が過大であると、高域での再生出力が下がり、相対的に分解能が低下してしまう。

【0005】図4は典型的な記録電流－再生電圧特性である。b点は記録電流は大きい、再生時の高域周波数成分のレベルが低下してしまい、分解能が低くなってしまうことを示している。そこで、分解能を高くするためには、低域周波数信号の特性イと高域周波数信号の特性口の接近したa点の記録電流値でデータを記録する方が好ましいことになる。しかし、前述したように記録電流が小さいほどオーバーライト・モジュレーションは悪化する傾向にあるため、結局、装置製造時に設定される記録電流値は分解能とオーバーライト・モジュレーションの善し悪しの妥協点に設定される。但し、オーバーライト・モジュレーションは記録媒体のどこでも一定ではないので、オーバーライト・モジュレーションが悪い場所に対応して余裕のあるように記録電流値を設定すると、オーバーライト・モジュレーションが良い場所においては分解能を必要以上に損ねることになる。

【0006】又、記録電流を大きくすることはオーバーライト・モジュレーションを良くする方向になるが、逆にクロストークは悪くなる方向になる。従って記録電流値の設定にはこのクロストークのことも考慮しなければならない。個々の磁気ディスク装置或いは記録媒体上の位置毎に、オーバーライト・モジュレーションやクロス

6

トークの特性が変化するとすれば、上記した最適な記録電流値も個々の装置や記録媒体上の位置によって変化するはずであるが、従来では、複数台の磁気ディスク装置の特性をサンプルして、その妥協点に記録電流値を設定するのみであったため、個々の磁気記録装置では必ずしも最適な記録電流値に設定されていないことが起きる。このため、装置間のエラーレートにばらつきが生じると共に、適切に記録電流を調節すれば出荷できる性能となるのに、上記のような従来の記録電流値の設定方法では、性能が悪く（出荷できるかできないかのクリティカルポイントにある）出荷できなくなる装置が生じるという欠点があった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のように従来の磁気ディスク装置では、オーバーライト・モジュレーション、データの分解能及びクロストークを考慮して、これら3者の特性がある程度以上確保できる値に記録電流が製造時に設定されていた。しかも、その設定方法は複数の磁気ディスク装置の特性をサンプルして、これら装置の特性がある程度以上確保できる値に設定されるため、個々の磁気ディスク装置の性能がばらつくと共に、出荷できる性能に達しない装置も出てきてしまうため、装置製造時の歩留まりも悪いという欠点があった。

【0008】そこで本発明は上記の欠点を除去し、個々の装置でデータ書き込み時のヘッドの記録電流を最適に自動設定できるようにして、個々の装置の性能を最大限引き出すことによりエラーレートを向上させると共に、製造時の装置の歩留まりの向上を図ることができる磁気ディスク装置及び記録電流設定方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明はヘッドにより磁気ディスクの所定箇所にデータをオーバーライトで書き込んで読み出す磁気ディスク装置において、低周波の第1パターン又は高周波の第2パターンを発生するパターン発生手段と、データのレベルを検出する検出手段と、前記低周波の第1パターン成分のみを通過させる信号抽出手段と、前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディスク上の測定箇所に書き込んだ後、更に前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記測定箇所にオーバーライトで書き込んだ後、この測定箇所のデータを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってオーバーライト・モジュレーションの値を測定するオーバーライト・モジュレーション測定手段と、前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディスク上の測定箇所に書き込んだ後、次に前記パターン発生手段により発生させた第1パ

ターンを前記測定箇所の両隣りのトラックに書き込んだ後、この測定箇所のデータを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってクロストークの値を測定するクロストーク測定手段と、前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記測定箇所に書き込んだ後、この測定箇所を読み出して得たデータのレベルを前記検出手段により検出し、次に前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記測定箇所に書き込んだ後、この測定箇所を読み出して得たデータのレベルを前記検出手段により検出し、前記検出手段により検出した第1パターンと第2パターンのレベル比から分解能を測定する分解能測定手段とを具備し、前記オーバーライト・モジュレーション測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所についてのオーバーライト・モジュレーションをヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとのオーバーライト・モジュレーション値を得た後、前記クロストーク測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所についてのクロストークをヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとのクロストークの値を得た後、前記分解能測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所について分解能をヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとの分解能を得た後、オーバーライト・モジュレーションとクロストーク及び分解能が共に所定レベル以上となるような最適記録電流値を前記各測定箇所毎に求めて、以降この記録電流値によりデータを前記ヘッドにより磁気ディスクの各測定箇所に書き込む制御を行う制御手段とを具備した構成を有する。

【0010】

【作用】本発明は磁気ディスク装置において、パターン発生手段は低周波の第1パターン又は高周波の第2パターンを発生する。検出手段はデータのレベルを検出する。信号抽出手段は前記低周波の第1パターン成分のみを通過させる。オーバーライト・モジュレーション測定手段は前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディスク上の測定箇所に書き込んだ後、更に前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記測定箇所にオーバーライトで書き込んだ後、この測定箇所のデータを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってオーバーライト・モジュレーションの値を測定する。クロストーク測定手段は前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記ヘッドにより前記磁気ディス

ク上の測定箇所に書き込んだ後、次に前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記測定箇所の両隣りのトラックに書き込んだ後、この測定箇所のデータを読み出し、この読み出したデータから前記信号抽出手段により第1パターン成分を抽出し、この抽出した第1パターン成分のレベルを前記検出手段により検出し、このレベルによってクロストークの値を測定する。分解能測定手段は前記パターン発生手段により発生させた第2パターンを前記測定箇所に書き込んだ後、この測定箇所を読み出して得たデータのレベルを前記検出手段により検出し、次に前記パターン発生手段により発生させた第1パターンを前記測定箇所に書き込んだ後、この測定箇所を読み出して得たデータのレベルを前記検出手段により検出し、前記検出手段により検出した第1パターンと第2パターンのレベル比から分解能を測定する。制御手段は前記オーバーライト・モジュレーション測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所についてのオーバーライト・モジュレーションをヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとのオーバーライト・モジュレーション値を得た後、前記クロストーク測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所についてのクロストークをヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとのクロストークの値を得た後、前記分解能測定手段により前記磁気ディスクの全ての記録領域に含まれる各測定箇所について分解能をヘッドの記録電流値を複数段階変化させて行うことにより、前記各測定箇所の各記録電流値ごとの分解能を得た後、オーバーライト・モジュレーションとクロストーク及び分解能が共に所定レベル以上となるような最適記録電流値を前記各測定箇所毎に求めて、以降この記録電流値によりデータを前記ヘッドにより磁気ディスクの各測定箇所に書き込む制御を行う。これにより、各装置のバラつきを考慮して記録電流値が記録媒体上の各箇所ごとで、最適に設定されるため、装置の性能を最大限に引き出してそのエラーレート等を少なくすることができる。又、装置製造時に出荷できない装置の数を減らすことができ、装置の製造時の歩留まりを向上させることができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。図1は本発明の磁気ディスク装置の一実施例を示したブロック図である。1はキャリッジ機構2の先端に取り付けられて磁気ディスク100に対してデータの読み書きを行うヘッド、2はヘッド1を磁気ディスク100の半径方向に移動して目標トラック上に位置させるキャリッジ部、3はヘッド1から読み出したデータを増幅したり、或いはヘッド1により書き込むデータを増幅するヘッドアンプ、4はヘッドアンプ3により増幅され

た読み出しデータのレベルを一定とする自動利得制御増幅器（AGCアンプ）、5は磁気ディスク100に対するデータの読み書き制御や最適記録電流値の設定制御等を行うディスク制御部（HDC）、6はディスク制御部が動作する上で必要な各種プログラムやデータを格納するメモリ、7は後述する1Fパターンの周波数成分のみを通過させるバンドパスフィルタ（BPF）、8はヘッドアンプ3から出力される読み出しデータと、バンドパスフィルタ7により抽出された1Fパターンのいずれか一方を選択する切替スイッチ、9は切替スイッチ8から入力される信号のレベルをホールドするレベルホールド回路、10はレベルホールド回路9によりホールドされたレベルをデジタルデータに変換するA/D変換器、11は読み出しデータから高域の雑音成分を除去するローパスフィルタ（LPF）、12はローパスフィルタ11から入力されるデータに従ってパルスが発生するパルス発生器、13はパルス発生器12から入力されるパルス間隔に基づいてウインドを発生するPLL回路、14はPLL回路13から入力されるウインドとパルス発生器12から入力されるパルスに基づいてデータを発生するデータジェネレータ、15はデータジェネレータ14から入力されるデータを復調するデコーダ、16はディスク制御部5から入力されるデータを変調するエンコーダ、17はディスク制御部5から入力される指示に従ってパターンを発生するパターン発生器、18はディスク制御部5から入力される指令をデジタル化するD/A変換器、19は書き込みデータの種類の切り替える切替スイッチである。

【0012】図2は図1に示した磁気ディスク装置の各機能系を示した概略図である。Aは波形振幅測定系で、図1の端子b側に切り替わっている切替スイッチ8とレベルホールド回路9及びA/D変換器10で構成され、磁気ディスク100から読み出された4Fパターンと1Fパターンの波形振幅を測定して、これらデータをディスク制御部5へ供給する。Bはオーバーライトモジュレーションとクロストークの測定系で、AGCアンプ4、BPF7、端子a側に切り替わっている切替スイッチ8、レベルホールド回路9及びA/D変換器10から構成され、オーバーライトモジュレーションとクロストークの大きさを測定してディスク制御部5に供給する。Cはデータのリード系で、AGCアンプ4、LPF11、パルス発生器12、PLL回路13、データジェネレーション14及びデコーダ15から構成されており、磁気ディスク100から読み出されたデータを処理して復調し、これをディスク制御部5に供給する。Dはデータのライト系で、パターン発生器17またはエンコーダ16及び切り替えスイッチ19から構成されており、ディスク制御部5から入力されるデータを変調して書き込みデータとしたり、或いはディスク制御部5からの指令に対応する測定用パターンを発生することにより、磁気ディ

スク100に測定用書き込みデータを供給する。Eは記録電流制御系で、D/A変換器18からなっており、ディスク制御部5から入力される制御信号をアナログ信号に変換してこれをヘッドアンプ3に出力することにより、ヘッドの記録電流を制御する。

【0013】次に本実施例の動作について説明する。電源オン時などに、図1に示した装置はデータ記録時のヘッドの最適記録電流値を設定する動作を行う。この時、ディスク制御部5によって切替スイッチ19は端子a側に切り替わっている。この最適記録電流設定時、ディスク制御部5はパターン発生器17から以下に述べる測定用のコードパターンを発生して、オーバーライト・モジュレーション、クロストーク及び分解能の測定を行う。このようなコードパターンには通常幾つかの種類があり、例えば、(1、7) RLL コードの場合は次のようなものがある。(1) 振幅最悪パターン 100000001010100000001、(2) 1F パターン 100000001000000001000000100000001、(3) 4Fパターン 101010101010101010101010101010101

上記した(1) 振幅最悪パターンと(2) 1Fパターンは低い信号周波数を与え、(3) 4Fパターンは高い信号周波数を与える。オーバーライト・モジュレーションもクロストークも低い信号周波数の方が影響が大きいので、こちらの方が測定に用いられる。オーバーライト・モジュレーションの測定を行なう場合、測定を行なう箇所（トラックあるいはセクタ）にヘッド1が位置決めされた後、ディスク制御部5はパターン発生器17を動作させて、まず1Fパターン（あるいは振幅最悪パターン）を切替スイッチ19、ヘッドアンプ3を介してヘッド3に送り、この1Fパターンを磁気ディスク100の前記測定箇所に書き込む。この時、ディスク制御部5はヘッド1の記録電流が特定の値になるようにD/A変換器18を介してヘッドアンプ3を制御する。次にディスク制御部5はパターン発生器17から4Fパターンを発生させ、前記1Fパターンを書き込んだ測定箇所の上からこの4Fパターンをオーバーライトする。その後、ディスク制御部5は切替スイッチ8を端子a側にした後、ヘッド1にて磁気ディスク100の前記測定箇所を読み出して、オーバーライト・モジュレーション、クロストーク成分の測定を以下に述べるように行う。

【0014】即ち、ヘッド1にて読み出されたデータはAGCアンプ4によってレベルが一定にされた後、BPF7とLPF11に入力される。BPF7は前記読み出されたデータから1Fパターンを抽出して、これを切替スイッチ8を介してレベルホールド回路9に出力する。ところで、前記読み出されたデータの周波数特性は図3に示すようになっていると考えられる。ここで、低周波数成分は前記1Fパターンに相当するため、レベルホールド回路9は図3の低周波数成分のピークレベルを保持することになる。A/D変換器10は前記ピークレ

## 11

ベルをデジタル化して、ディスク制御部5に渡す。ディスク制御部5はA/D変換器10から入力される前記ピークレベルの大きさからオーバーライト・モジュレーションの大きさを評価して、これをメモリ6に記憶しておく。ディスク制御部5は上記のオーバーライト・モジュレーションの測定を記録電流値を何点か変化させて数回行い、各回のオーバーライト・モジュレーションの値をメモリ6に記憶しておく。

【0015】クロストークの測定は上記のオーバーライト・モジュレーションの測定と若干異なるだけである。ディスク制御部5は、まず、パターン発生器17から4Fパターンを発生させ、これを、切替スイッチ19、ヘッドアンプ3を介してヘッド1から磁気ディスク100上の測定箇所へ書き込む。この時、ディスク制御部5はヘッド1の記録電流が特定の値になるようにD/Aコンバータ18を介してヘッドアンプ3を制御する。続いて、ディスク制御部5は隣接のトラックにヘッド1をシークし、同じ手順で1Fパターン（或いは振幅最悪パターン）を前記測定箇所の隣接トラックへ書き込み、同様に反対側の隣接トラックにも1Fパターンをライトする。その後、ディスク制御部5はヘッド1にて4Fパターンを書き込んだ測定箇所をリードする。ヘッド1により読み出されたデータはヘッドアンプ3を介してAGCアンプ47に入力され、ここでそのレベルが一定にされた後、BPF7とLPF11に入力される。BPF7は1Fパターン（或いは振幅最悪パターン）の周波数成分のみを通過させて、これを切替スイッチ8を介してレベルホールド回路9に出力する。

【0016】レベルホールド回路9では通過してきた周波数成分のピーク値を保持し、このピーク値はA/D変換器10でデジタル化された後、ディスク制御部5に入力される。ここで、隣接トラックからのクロストークはヘッド1が4Fパターンを書き込んだ測定箇所をトレースした時にその両隣のトラックへ書き込まれている1Fパターンのデータをどれだけ拾うかによって測定できるため、レベルホールド回路9がホールドする前記1Fパターンのレベルを評価することによってクロストークの大きさを測定することができることになる。従って、ディスク制御部5はA/D変換器10から入力される前記ピークレベルの大きさからクロストークの大きさを評価して、これをメモリ6に記憶しておく。ディスク制御部5は上記のクロストークの測定を記録電流値を何点か変化させて数回行い、各回のクロストークの値をメモリ6に記憶しておく。

【0017】次の分解能の測定時、ディスク制御部5はまずパターン発生器17から4Fパターンを発生させ、これを切替スイッチ19、ヘッドアンプ3を通してヘッド1に供給することにより、このヘッド1で磁気ディスク100の測定箇所に前記4Fパターンを書き込む。この時、ディスク制御部5はD/A変換器18を介してヘッ

## 12

ドアンプ3を制御し、ヘッド1の記録電流値が特定の値になるように制御する。次に、ディスク制御部5はヘッド1により前記4Fパターンを書き込んだ測定箇所を読み出す。これにより、ヘッド1により読み出された4Fパターンはヘッドアンプ3、切替スイッチ8を介してレベルホールド回路9に入力される。レベルホールド回路9は入力される4Fパターンの波形のピーク値を保持するため、A/D変換器10は前記ピーク値をデジタル化した後、これをディスク制御部5に出力する。ディスク制御部5はレベルホールド回路9により保持された前記ピーク値をメモリ6の所定領域に格納しておく。尚、前記ピーク値はヘッド1にて読み出された4Fパターンの振幅値に相当する。

【0018】次に、ディスク制御部5はパターン発生器17から1Fパターンを発生させて、これをヘッド1にて磁気ディスク100の前記測定箇所へ書き込んだ後、この1Fパターンを書き込んだ部分をヘッド1にて読み出すことにより、上記と同様の手順により、この1Fパターンの波形のピーク値をレベルホールド回路9に保持させて、これをディスク制御部5に入力する。ディスク制御部5は入力された1Fパターンのピーク値をメモリ6の所定領域に記憶する。ところで、分解能は(4Fパターンの振幅)/(1Fパターンの振幅)として求めることができ、ディスク制御部5は前記メモリ6に記憶した前記両ピーク値からデータ読み出し時の分解能を求めて、これをメモリ6の所定領域に記憶する。この分解能の測定についても、ディスク制御部5は記録電流値を複数段階切り替えて行い、各記録電流値毎の分解能をメモリ6に記憶する。

【0019】以上の動作において測定用のパターンをパターン発生器17から与える代わりに切替スイッチ19をb側に切り替え、ディスク制御部5が前記パターンを作成し、これをエンコーダ16によって変調してヘッド1に出力する構成としてもよく、この場合はパターン発生器17及び切替スイッチ19は必要ではなくなる。

【0020】ディスク制御部5は上記したオーバーライトモジュレーション、クロストーク及び分解能を記録電流値を複数段階切り替えて測定した結果から、オーバーライトモジュレーションが良く且つクロストークが少なく、できるだけ分解能が高くなる記録電流値を決定して、これを上記した測定を行った磁気ディスク100の測定箇所の最適記録電流値とし、メモリ6に格納する。ディスク制御部5は上記のような測定とその測定した箇所に最適な記録電流の決定を磁気ディスク100の全ての測定箇所に対して行い、得られたデータを測定箇所毎にメモリ6に格納する。ここで、前記測定箇所としては、例えばセクタやトラック、又は数トラックをまとめた領域などを当てることができる。

【0021】ディスク制御部5はホストコンピュータ等から与えられたデータを書き込むとき、このデータを書



## 13

き込む磁気ディスク100上のセクタがいずれの測定箇所10に所属するかを調べ、この測定箇所の最適記録電流値をメモリ6から読み出し、この最適な記録電流値になるようにD/A変換器18から制御信号をヘッドアンプ3に出して、ヘッド1の記録電流を制御する。その後、ヘッド1が前記指定されたセクタの部分に位置決めされると、ディスク制御部5は前記書き込みデータをエンコーダ16により変調した後、切り替えスイッチ19を介してこれをヘッドアンプ3からヘッド1に供給する。これにより、ヘッド1は前記最適な記録電流値にて書き込みデータを指定されたセクタに書き込む。但し、切替スイッチ19は書き込み時、ディスク制御部5によって端子b側に切り替わっている。

【0022】尚、データ領域のフォーマットを行なう際には、媒体上の各トラック／セクタに対し予め上記した手順でオーバーライト・モジュレーション、クロストークを求め、もし、これらの値が予め定められた基準を越えるようならば不良トラック／不良セクタであることを明示して以降の使用を不可とするマーキングを測定を行ったセクタに対して施し、データの記録に使用されないようにする。また、上記測定の結果、使用不可の領域が多すぎるようであれば、不良品として製造時に本ロットを取り除く。

【0023】本実施例によれば、データ領域のフォーマットを行なう際、装置が磁気ディスク100の各セクタ単位でオーバーライト・モジュレーション及びクロストークを測定して、この装置の各セクタに最適の記録電流を設定するため、従来の複数台の磁気ディスク装置の特性をサンプルして、その妥協点に記録電流値を設定した場合に比べて、前記オーバーライト・モジュレーション又はクロストークを所定レベルに達せず使用不可となる領域を少なくすることができ、製品の歩留まりを向上させることができると共に、使用不可の領域が少なくなる分、高密度記録化に貢献することができる。又、実際にデータを書き込む際に、磁気ディスク100の各セクタ（上記した測定箇所をセクタ単位とした場合）に対してオーバーライト・モジュレーション、クロストーク及び分解能の測定を、例えば電源立ち上げ時に行うことができ、各セクタの記録媒体の斑やトラックの偏芯などが考慮された最適な記録電流値に設定してデータの書き込みを行うことができるため、データの読み出し書き込み時のエラーレートを従来よりも著しく減少させることができ、装置の性能を各装置の特性のばらつきに合わせて最大限引き出すことができる。尚、磁気ディスク100を

## 14

複数の領域に分割し、一つの領域内での最適記録電流値が同じであるように設定して簡略化することも、実用上十分なメリットがある。この時、ディスク制御部5は前記1つの領域内の全てのセクタについて最適記録電流値を求め、その中で最もシビアな最適記録電流値をこの領域の最適記録電流として、メモリ4に記憶することになる。

## 【0024】

【発明の効果】以上記述した如く本発明の磁気ディスク装置及び記録電流設定方法によれば、個々の装置でデータ書き込み時のヘッドの記録電流を最適に自動設定できるようにして、個々の装置の性能を最大限引き出すことによりエラーレートを向上させると共に、製造時の装置の歩留まりの向上を図ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の磁気ディスク装置の一実施例を示したブロック図。

【図2】図2は図1に示した磁気ディスク装置の各機能系を示した概略図。

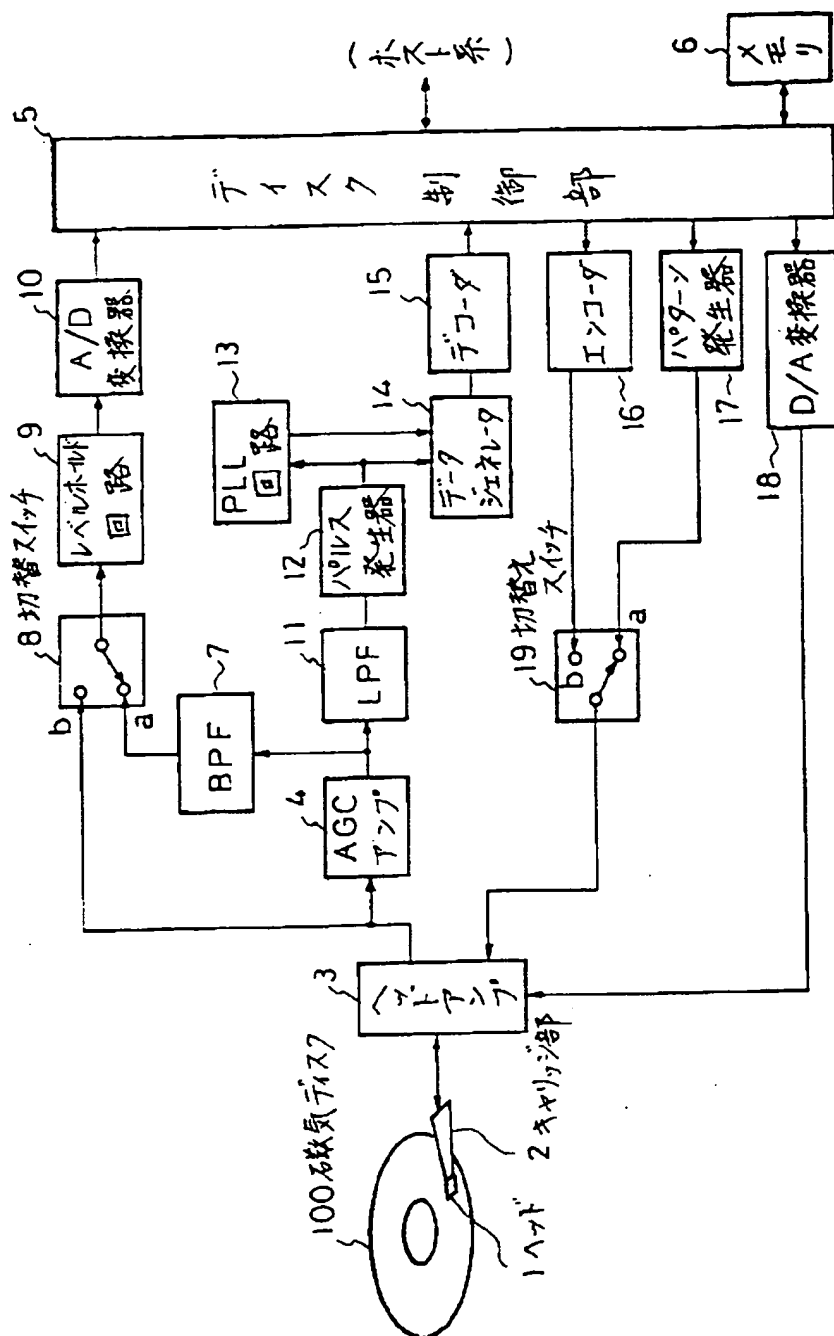
【図3】図3は典型的な記録電流－再生電圧特性を示す図。

【図4】図4はオーバーライト・モジュレーション及びクロストークの影響があるリード信号の周波数特性を示す図。

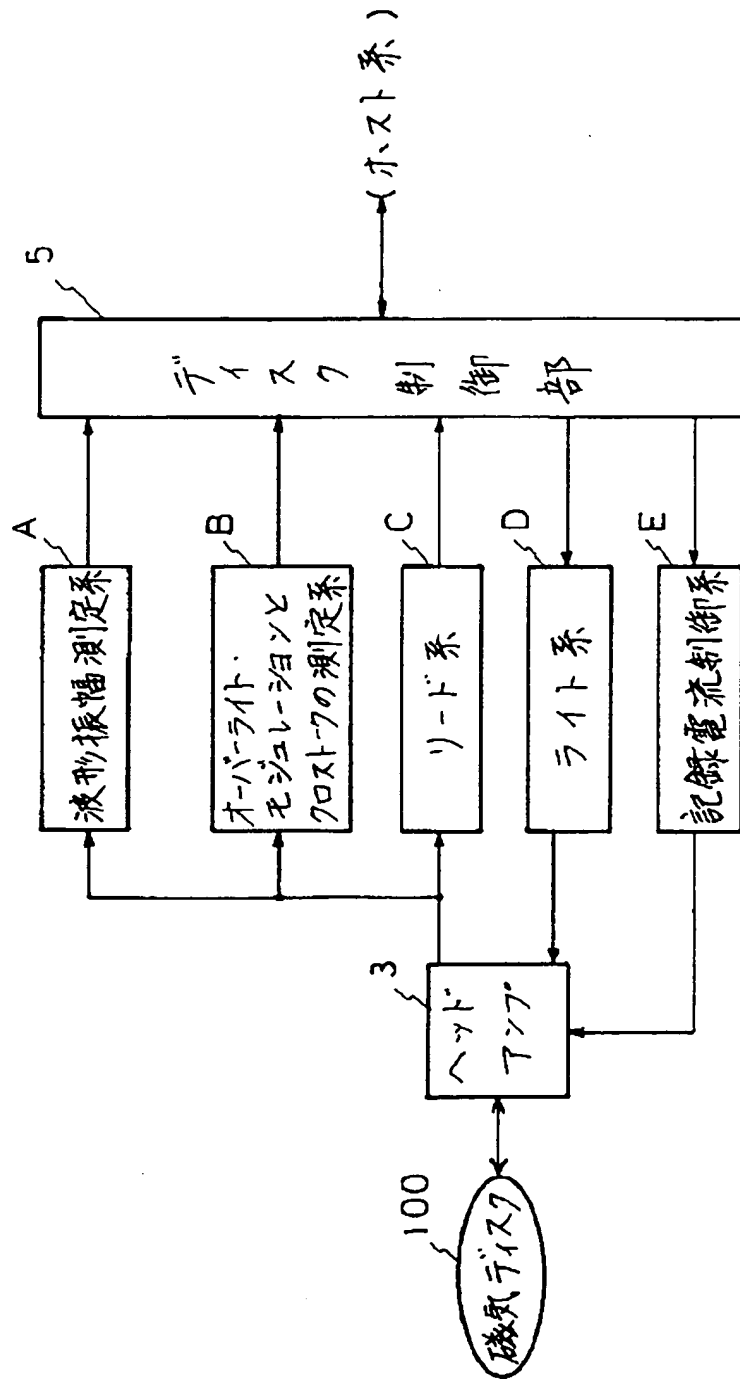
## 【符号の説明】

|             |              |
|-------------|--------------|
| 1…ヘッド部      | 2…キャリッジ      |
| 3…ヘッドアンプ    | 4…AGCアンプ     |
| 5…ディスク制御部   | 6…メモリ        |
| 7…バンドパスフィルタ | 8、19…切替スイッチ  |
| 9…レベルホールド回路 | 10…A/D変換器    |
| 11…ローパスフィルタ | 12…パルス発生器    |
| 13…PLL回路    | 14…データジェネレータ |
| 15…デコーダ     | 16…エンコーダ     |
| 17…パターン発生器  | 18…D/A変換器    |
| 100…磁気ディスク  |              |

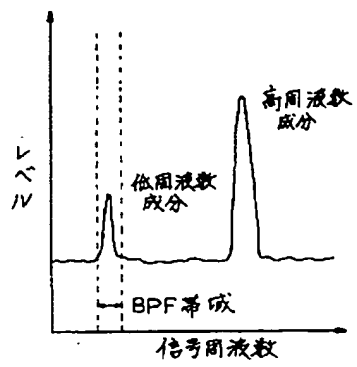
( 水天一色 )



【図2】



【図3】



【図4】

